FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1913

THÈSE

N° 345

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

François BAZIN

Né à Bastia (Corse), le 9 mars 1886
Licencié ès sciences
Ancien Externe des Hôpitaux de Paris et de la Clinique ophtalmologique de l'Hôtel-Dieu
Interne de l'Hôpital de Versailles

CONTRIBUTION EXPÉRIMENTALE A L'ÉTUDE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

Président : M. RICHET, *professeur*

PARIS
IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
JOUVE ET Cie, ÉDITEURS
15, Rue Racine (VIe)

1913

345

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1913 — N° —

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

François BAZIN

Né à Bastia (Corse), le 9 mars 1886
Licencié ès sciences
Ancien Externe des Hôpitaux de Paris et de la Clinique ophtalmologique de l'Hôtel-Dieu
Interne de l'Hôpital de Versailles

CONTRIBUTION EXPÉRIMENTALE A L'ÉTUDE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

Président : M. RICHET, *professeur*

PARIS
IMPRIMERIE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
JOUVE ET Cie, ÉDITEURS
15, Rue Racine (VIe)

1913

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LE DOYEN, M. LANDOUZY

PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	WEISS
Chimie organique et Chimie générale	DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale	BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales	ACHARD
Pathologie médicale	WIDAL TEISSIER
Pathologie chirurgicale	LEJARS
Anatomie pathologique	Pierre MARIE
Histologie	PRENANT
Opérations et appareils	HARTMANN
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET
Thérapeutique	MARFAN
Hygiène	CHANTEMESSE
Médecine légale	THOINOT
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée	ROGER
Clinique médicale	DEBOVE LANDOUZY GILBERT CHAUFFARD
Maladies des enfants	HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	Gilbert BALLET
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux	DEJERINE
Clinique chirurgicale	DELBET QUENU RECLUS N.
Clinique ophtalmologique	DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires	LEGUEU
Clinique d'accouchements	BAR PINARD RIBEMONT-DESSAIGNE
Clinique gynécologique	POZZI
Clinique chirurgicale infantile	KIRMISSON
Clinique thérapeutique	Albert ROBIN

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

BALTHAZARD	DUVAL (P.)	LEQUEUX	RATHERY
BERNARD	GOUGEROT	LERI	RETTERER
BRANCA	GREGOIRE	LOEPER	RICHAUD
BRINDEAU	GUENIOT	MACAIGNE	ROUSSY
BROCA (A.)	GUILLAIN	MAILLARD	ROUVIERE
BRUMPT	JEANNIN	MORESTIN	SCHWARTZ
CAMUS	JOUSSET (A.)	MULON	SICARD
CARNOT	LABBE (M.)	NICLOUX	TERRIEN
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	TIFFENEAU
CHEVASSU	LAIGNEL-LAVASTINE	OKINCZYC	ZIMMERN
CLAUDE	LECENE	OMBREDANNE	
COUVELAIRE	LENORMANT	PROUST	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MES PARENTS

A MES AMIS

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR RICHET

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre thèse.

A M. le Professeur LETULLE
(Hôpital Boucicaut)

A M. le Professeur CHAUFFARD
(Hôpital Cochin)

A M. le Docteur GUINARD
(*In memoriam*)

A M. le Professeur DE LAPERSONNE
(Clinique ophtalmologique de la Faculté)

A M. le Docteur HUDELO
(Hôpital Broca)

A M. le Professeur agrégé JOUSSET
(Hôpital Beaujon)

A M. le Professeur agrégé POTOCKI
(Maternité Budin, Hôpital de la Pitié)

A MM. les Docteurs BROUSSIN, PARELLE
VILLON, MILON
Chirurgiens de l'Hôpital de Versailles

MM. LAURENT, MAUGER, LEGRAND
Médecins de l'Hôpital de Versailles

A M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LANGLOIS qui, après nous avoir aimablement accueilli dans son laboratoire, nous a sans cesse conseillé et guidé dans nos recherches, nous adressons ici nos sincères remerciements et l'hommage de notre respectueux dévouement.

Nous remercions aussi le Dr GARRELON, chef adjoint des travaux physiologiques à la Faculté pour les conseils éclairés qu'ils nous a prodigués pendant notre présence au laboratoire.

CONTRIBUTION EXPÉRIMENTALE A L'ÉTUDE

DE LA

TENSION ARTÉRIELLE

QU'EST-CE QUE LA TENSION ARTÉRIELLE

TENSION MAXIMA ET TENSION MINIMA

Le sang circule sous tension dans le système vasculaire ; cette tension est mise nettement en évidence quand on adapte à la carotide d'un chien un tube manométrique (expérience de Hales).

La force qui fait ainsi monter le sang est évidemment due à la contracture du cœur, mais « l'action impulsive est transformée dans les vaisseaux en une autre force qui a pour caractère d'être plus constante, et qui a pour origine le retrait des artères distendues au moment de l'arrivée de chaque ondée nouvelle ».

Cette force a reçu le nom de tension artérielle, ainsi s'exprime Marey dans son livre de *la Circulation du sang*, et il conclut :

« La tension artérielle n'est, en définitive, que la force déployée par le cœur, force mise en réserve

dans l'aorte et les grosses artères, puis régularisée par l'élasticité de ces vaisseaux. »

Huchard définit ainsi la tension artérielle; c'est « la pression exercée par la masse sanguine contre les parois vasculaires plus ou moins contractiles ; cette pression est mesurée par la force avec laquelle le sang s'échapperait hors du vaisseau ».

Enfin, Gallavardin, dans son ouvrage récent, nous donne la définition physiologique suivante : « La tension artérielle est une force créée par la contraction ventriculaire, entretenue par la réaction de la paroi vasculaire à la distension, réglée par la résistance des vaisseaux périphériques à l'écoulement du sang. »

La pression artérielle est constamment variable, elle oscille entre un maximum qui correspond à la poussée systolique ventriculaire et un minimum qui représente la chute entre deux poussées systoliques consécutives.

Pendant longtemps, la tension maxima fut seule recherchée par les cliniciens, et Potain écrivait à propos des oscillations de la pression : « De ces deux extrêmes, un seul nous peut être directement connu chez l'homme, c'est le maximum. »

L'utilité de la recherche de la pression minima a été montrée dans ces dernières années en même temps qu'on découvrait des appareils qui l'indiquaient nettement.

La pression minima, dit Pachon, représentant pour les artères une charge constante, il est clair

que déjà au point de vue artériel, cette valeur doit être avant toute autre prise en considération, la pression maxima représentant seulement une surcharge intermittente. Mais c'est au point de vue cardiaque que cette pression est importante à connaître. De la pression minima en effet dépend l'effet du cœur ; plus celle-ci sera élevée, plus le cœur devra fournir de travail pour faire circuler le sang dans le système artériel.

« Et ainsi, ajoute le même auteur, tandis qu'une pression maxima élevée ne traduit pas nécessairement un état pathologique et peut être, dans des conditions parfaitement normales, seulement l'expression simple de systoles rigoureuses d'un cœur énergique et peu ménager de son travail, une pression minima élevée traduit toujours, au contraire, un état d'hypertension réelle, imposant au cœur un effort extra-physiologique pour accomplir sa fonction évacuatrice, c'est-à-dire assurer l'efficacité de sa systole. »

Il y a donc intérêt à mesurer non seulement la pression maxima, mais aussi la minima d'autant plus que la différence de ces deux pressions nous donnera une autre base d'appréciation du travail cardio-vasculaire.

Cette différence Mx — Mn = PD ou pression différentielle, pulsdruck des auteurs allemands, a été employée par Martinet pour caractériser l'état d'équilibre circulatoire, et il pose les conclusions suivantes :

1° Chez les individus en état d'eusystolie, d'équilibre circulatoire, il existe un rapport normal, quasi-

constant, entre la tension maxima (résistance périphérique maxima) et la différence PD, entre les tensions maxima et minima, qu'on est ainsi amené à considérer, comme représentant, en une certaine mesure, la puissance cardiaque.

En général :

$$Mx - Mn = 9 \text{ à } 10$$

2° En cas de tendance au déséquilibre cardio-vasculaire et à l'asystolie, les courbes des tensions maxima et minima divergent ;

3° En cas de tendance au retour à l'équilibre et à l'eusystolie, les courbes sont convergentes.

Là encore, la tension artérielle minima sert de base à l'appréciation de la pression sanguine et cela est logique, puisque c'est une charge constante qui nécessite de la part du cœur un effort constant, et de la part des artères une résistance continuelle.

MESURE DE LA TENSION ARTÉRIELLE

Compression et oscillométrie

L'appareil de Potain, le plus usité pendant longtemps, surtout en France, appareil qui est encore le plus commode à l'heure actuelle, repose sur le principe suivant :

« Lorsqu'on comprime une artère contre un plan résistant à l'aide d'une pelote à contenu gazeux ou liquide, il arrive un moment où la pression à l'intérieur de la pelote dépasse légèrement la tension intra-vasculaire et va provoquer l'écrasement des parois artérielles l'une contre l'autre, empêchant ainsi le passage du sang ».

Sur ce principe fut construit le premier appareil dû à Von Basch en 1876.

En 1866, Riva-Rocci remplaça la pelote par une manchette pneumatique ce qui constituait une amélioration notable ; avec l'appareil de Riva-Rocci on note sur le manomètre à mercure le chiffre de la pression au moment précis où disparaît le pouls radial et on a ainsi la pression maxima ou systolique. Le sphygmo-signal de Vaquez est muni d'une manchette anti-brachiale, en communication avec un

signal mobile. En insufflant progressivement de lair dans la manchette brachiale on obtient d'abord des oscillations du signal, puis on note le moment précis de la disparition de ces oscillations.

La méthode de Riva-Rocci ne donne directement que la pression systolique ; le signe de la vibrance humérale, découvert par Ehret permet d'avoir le chiffre de la tension minima. Il repose sur la constatation suivante déjà faite par Strassburger : si l'on palpe attentivement un pouls radial un peu bondissant, en même temps que l'on insuffle lentement de l'air dans la manchette brachiale, il arrive un moment où les pulsations, avant de diminuer d'amplitude deviennent plus vibrantes.

Gallavardin décrit ainsi ce signe ; si l'on explore attentivement l'artère huméral en essayant de la pincer contre l'humérus pendant qu'on fait monter lentement la pression dans la manchette brachiale.

« Les pulsations très nettes deviennent peu à peu un peu plus fortes, puis brusquement survient une pulsation bondissante, cinglante, vibrante, brutale, qui percute les doigts explorateurs à la manière d'une chiquenaude vive et brusque. »

Cette pression minima qu'on obtenait si difficilement par la méthode de la compression a été indiquée nettement par la méthode oscillatoire. Dès 1875, Marey en formulait le principe et créait ainsi une méthode tout à fait originale et pratique d'exploration du pouls.

Si au lieu de comprimer un vaisseau sur une de

ses faces, on plongeait le vaisseau dans un milieu comprimé à une pression qu'on peut graduer, il est clair qu'en élevant peu à peu la pression du milieu ambiant, on arriverait à un moment où la pression intérieure serait vaincue.

Le moment où se produit l'affaissement du vaisseau signalerait l'instant où la pression ambiante, mesurable au manomètre arriverait à dépasser la pression intra-artérielle.

Marey fit construire sur ce principe un sphygmoscope et découvrit ce fait capital, que les mouvements oscillatoires de la masse liquide variaient d'amplitude suivant la pression régnant dans le réservoir.

La méthode oscillatoire entra dans la pratique grâce à von Recklinghautin, MM. Pal, Amblard ; elle devrait faire un pas décisif avec le nouvel appareil de Pachon.

Le 15 mai 1909, Pachon présentait à la Société de Biologie son oscillomètre sphygmométrique à grande sensibilité et à sensibilité constante.

Cet appareil, maintenant bien connu, se compose d'un brassard B, en communication normale avec une cuvette anéroïde C enfermée dans un boîtier métallique E., lui-même en communication avec un manomètre M. fig. I. Une pompe P permet d'établir toute pression voulue dans le système clos ainsi formé. Une valve permet de diminuer cette pression.

Pour faire une lecture à une pression quelconque indiquée par le manomètre, on agit sur le séparateur S

qui intercepte alors la communication entre le boîtier E d'une part, et le sytème composé du brassard B et de la capsule manométrique, d'autre part ; à ce moment, la pression artérielle se transmet exclusivement à la capsule anéroïde ; celle-ci agit sur l'aiguille qui oscille suivant le rythme artériel.

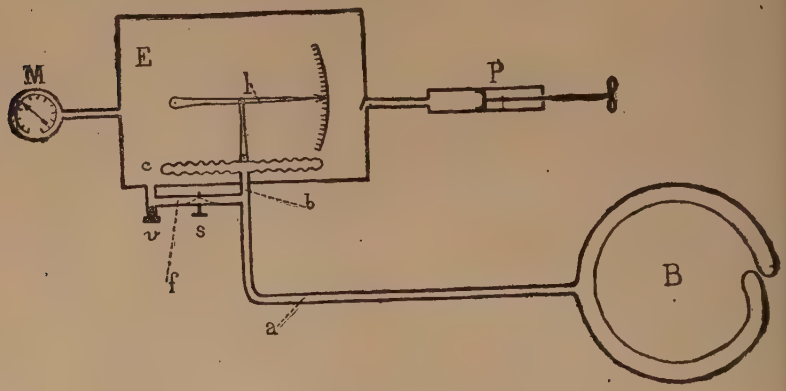

Fig. 1

Cet oscillomètre ainsi composé présente deux particularités et répond à deux conditions qui n'avaient pas été remplies jusqu'à ce jour. C'est pourquoi son auteur insiste sur ces deux points : la grande sensibilité et la sensibilité constante.

La capsule manométrique de l'appareil est en effet dans un état continuel de tention nulle, puisque la pression qui s'exerce à l'intérieur de la capsule s'exerce également à la surface extérieure.

Partant toujours d'un état de tension nulle, la capsule manométrique sera d'une sensibilité constante. Cette capsule pourra être, d'autre part, d'une grande sensibilité, car n'ayant pas à faire équilibre

à la pression par sa force élastique on pourra la construire en métal très souple et très mince.

Le tracé des oscillations décrites par l'oscillomètre de Pachon est très net. Il comprend d'abord une série de petites oscillations, d'amplitude croissante à laquelle succède une série de grandes oscillations d'amplitude régulièrement décroissantes, on note comme chiffre de pression maxima (Mx) la pression qui correspond à la première pulsation différenciée.

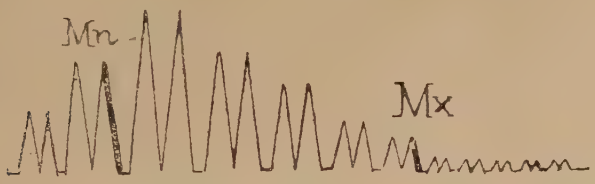

Fig. 2

La première oscillation plus faible, succédant aux plus grandes oscillations correspond à la pression minima. (Mn)

C'est de l'oscillomètre de Pachon dont nous nous sommes servis pour nos mesures ; les différents chiffres obtenus sont comparables à eux-mêmes, surtout s'ils sont pris par le même expérimentateur ; c'est le cas pour les chiffres que nous avons obtenus.

VARIATIONS PHYSIOLOGIQUES

DE LA TENSION ARTÉRIELLE

Trois facteurs influent sur la pression artérielle.

1° *La masse du sang.* — C'est la cause la moins importante ; une saignée moyenne n'influençant pas la tension sanguine. Cependant des hémorragies multiples, quoique petites font baisser la tension ; de même qu'une saignée énorme.

Il faut perdre 1/5 du poids pour abaisser la pression (Potain).

2° *La résistance périphérique.* — La vaso-constriction détermine une augmentation de pression, l'excitation sensitive détermine en outre du ralentissement du cœur.

3° *Le Cœur.* — La diminution ou l'augmentation des systoles diminue ou augmente la pression ; en règle très générale, car : la fréquence et l'amplitude peuvent se combiner et la pression ne change pas, de même, la contractilité vasculaire peut compenser l'exagération d'énergie cardiaque ; enfin, l'augmentation de pression aortique peut amener le ralentis-

sement du cœur par action du système nerveux modérateur du cœur.

En somme, deux grandes causes agissent sur la tension artérielle, et Marey, dans ses travaux de laboratoire l'a bien mis en relief.

La pression peut s'élever, soit par un accroissement de la force du cœur, soit par une augmentation de la résistance des petits vaisseaux.

Inversement, la pression artérielle peut diminuer, soit par l'affaiblissement de l'action du cœur, soit par le relâchement des vaisseaux.

Ces modifications, de force du cœur et de résistance des vaisseaux et par là même de tension artérelle se produisent très fréquemment et d'une façon très rapide à propos des divers états physiologiques.

Influence de la pesanteur. — Le passage de l'horizontale à la verticale produit un abaissement de tension, dit Potain. Pour Oliver, la pression est plus élevée dans la position debout ou assise, que couchée ; et, Potain rapporte, d'après Liebermeister, que 4 hommes vigoureux et bien portants, éveillés en sursaut, s'étant immédiatement jetés hors de leur lit furent pris tous les quatre de vertige et de syncope. Nous avons recherché sur une série de malades convalescents l'influence du changement de position ; nous avons noté souvent une légère augmentation de la tension maxima, un centimètre ou deux ; et souvent aussi aucun changement dans la pression maxima, la pression minima n'était pas influencée.

Tension artérielle et mouvements respiratoires. — La pression s'élève, dit Potain, à la fin de l'inspiration et s'abaisse à la fin de l'expiration. Nous n'avons jamais obtenu cette action et les mouvements respiratoires ne nous ont pas semblé avoir d'action sur la tension.

Effets de la température. — La chaleur agit en produisant de la vaso-dilatation et un abaissement consécutif de la tension ; le froid agit en sens inverse (Potain). Cette règle n'est pas absolue, nous avons en effet observé fréquemment sur nous-même en hiver des tensions basses et en été des tensions notablement plus élevées. Pour Oliver, il faut des changements importants dans la température extérieure pour produire des modifications nettes de tension.

Les bains froids ou chauds élèvent ou abaissent la tension mais dans des proportions restreintes ; de 1 centimètre environ dans nos observations qui concordent avec celles d'Oliver.

Tension artérielle et digestion. — A la suite d'un repas moyen la tension baisse de 1 ou 2 centimètres ; elle s'élève au contraire à la suite d'un repas copieux, surtout après ingestion de café.

Colombo a noté l'augmentation de tension après l'ingestion de lait, nous pensons, comme le fait remarquer cet auteur, que ce phénomène est principalement lié à l'absorption de l'eau.

Tension artérielle dans les différents âges. — La

tension augmente à mesure que l'individu vieillit. Potain nous a laissé des chiffres à ce sujet ; Mlle Koessler a fait une étude très détaillée de la tension artérielle chez les enfants.

PRESSION ARTÉRIELLE

ET EXERCICE MUSCULAIRE

Dans tout organe qui travaille, l'irrigation sanguine devient très abondante ; Chauveau et Kauffmann ont montré que, dans les muscles qni travaillent elle deviendrait cinq ou six fois plus considérable qu'au repos. Kauffmann, sur un cheval marchant au pas sur une piétineuse, observe que la pression baisse dans les artères et augmente dans les veines. « Ces changements inverses sont les témoins irréfutables de l'abondance de l'écoulement périphérique et de la dilatation des capillaires » (Laulanié). D'après les travaux de Chauveau et Kauffmann, Kauffmann, Athanassin et Carvalo, Laulanié conclut :

« L'exercice partiel ou modéré de l'activité musculaire, mastication, mouvements de la main ou du bras, augmente le nombre et la puissance des battements du cœur, la pression artérielle et l'amplitude du pouls. Dans ce cas le cœur est supérieur à sa tâche.

» L'exercice général de l'activité musculaire, tel qu'il a lieu dans la locomotion augmente le nombre et la puissance des systoles ventriculaires, mais il

diminue la pression artérielle et l'amplitude du pouls. Dans ce cas le cœur est inégal à sa tâche et il ne parvient pas à compenser les effets de la vitesse du sang qui s'écoule par les capillaires de tous les muscles avec une abondance exceptionnelle. »

Ces résultats expérimentaux permettent de comprendre et de traduire nettement l'influence du travail sur la pression. Travail normal du cœur = élévation de tension ; fatigue du cœur = abaissement de tension.

Que deviennent ces principes dans la sphygmomanométrie humaine et les résultats en sont-ils aussi simples à interpréter ?

« Si j'élève une chaise du sol, dit Allbutt, ma tension artérielle peut s'élever de 20 o/o et retomber à la normale aussi rapidement que je m'arrête ».

Tel n'est pas notre avis, car d'après nos observations un tel travail n'est pas suffisant pour influencer la tension. L'exercice élève la pression, la fatigue l'abaisse ; mais il n'y a pas de rapport constant entre l'exercice musculaire et une modification déterminée de la pression (Potain).

Il est certain qu'il y a des exercices qui élèvent la tension artérielle, mais il y en a aussi qui l'abaissent :

Si je fais quelques mouvements de gymnastique suédoise, ma tension diminue de 1 ou 2 centimètres et cela est conforme à la théorie puisque de tels mouvements facilitent la circulation périphérique ; ls « n'agissent pas sur le cœur pour en augmenter

l'effet, mais seulement sur les vaisseaux pour en faciliter la déplétion » (Lagrange).

Si au contraire je monte rapidement un escalier, si je fais une course de 100 mètres ou une course rapide à bicyclette, ma tension augmente d'une façon nette. Pachon, recherchant un critère oscillométrique pour l'éducation physique est arrivé aux conclusions suivantes :

« 1° Dans l'entraînement nul, les pressions maxima et minima baissent immédiatement et simultanément sous l'influence de l'exercice ;

» 2° En dehors des cas d'entraînement nul, la pression maxima subit une hausse primitive suivie d'oscillations d'un champ d'étendue variable avec le degré d'entraînement et auxquelles succède une chute définitive ;

» 3° Cette chute définitive traduit le fléchissement cardiaque ;

» 4° La pression minima varie en général dans le même sens que la maxima ;

5° Le retour des valeurs maxima et minima de la pression à la normale est lent après la cessation de l'exercice. »

Chez les individus entraînés, le fait remarquable, c'est la diminution de tous les éléments de variation ; la fixité de la pression pendant le travail (Pachon).

Les résultats de Petit, dans la marche en plaine et en montagne, ceux d'Isaac, dans des marches militaires, concordent avec ceux de Pachon et appellent les mêmes conclusions.

Nous-même avons fait des remarques analogues; nous avons souvent noté au cours de nos promenades une élévation de tension. Celle-ci passant de $\frac{15}{10}$ à $\frac{16}{10}$, $\frac{17}{10}$.

Après une partie de football association, où les joueurs s'étaient bien employés, la tension maxima avait baissé de 2 centimètres en moyenne, la pression minima avait aussi baissé légèrement. La moyenne qui était de $\frac{17}{10}$ avant le jeu était de $\frac{15}{9}$ après la partie.

INFLUENCE DE L'EFFORT

ET DES MOUVEMENTS RAPIDES SUR LA TENSION ARTÉRIELLE

Nous avons cherché ce que devient la tension artérielle sous l'influence de l'exercice chez des individus non spécialement entraînés. Il nous semblait, en effet, intéressant de voir ce que devenait la tension dans des exercices bien déterminés de course ou de marche et s'il convenait de supprimer chez un hypertendu, tel exercice élevant nettement la tension.

L'effort thoraco-abdominal « cet acte si désastreux pour l'appareil circulatoire » (Lagrange), agit-il sur la tension ? pour notre part, nous n'avons pas noté d'influence de l'effort sur l'oscillomètre ; il ne s'agissait bien entendu que d'un effort passager.

L'exercice à l'appareil élastique, qui demande pourtant une dépense de force assez notable, augmente peu la tension ; $\frac{16}{9}$ à $\frac{18}{9}$ a été le plus grand écart de tension noté.

Nous avons noté à maintes reprises la tension artérielle après des courses rapides de 100 mètres, en un temps variant entre 15 et 18 secondes.

Nous avons toujours obtenu une élévation nette de la tension maxima, accompagnée souvent d'une légère hausse de la tension minima.

Donnons quelques chiffres :

Avant la course $\frac{16}{9}$, après $\frac{18}{10}$

Avant — $\frac{16}{9}$, après $\frac{19}{12}$

Avant — $\frac{16}{10}$, après $\frac{18}{12}$

Avant — $\frac{16}{9}$, après $\frac{19}{9}$

Et encore, pour un autre sujet :

Avant — $\frac{16}{9}$, après $\frac{19}{10}$

Avant — $\frac{16}{9}$, après $\frac{18}{10}$

Cette augmentation brusque et nette de la pression artérielle est obtenue avec des exercices divers à condition qu'ils soient exécutés rapidement, amenant alors une fatigue passagère.

C'est ainsi que, au début d'une promenade, le chiffre de tension étant $\frac{15}{9}$, devient $\frac{17}{10}$ après l'ascension au pas accéléré de 500 mètres de côte ; passe ensuite à $\frac{20}{13}$, après cinquante secondes de course rapide ; revient à $\frac{17}{11}$, après cinq minutes de repos, pour

atteindre $\frac{20}{11}$, après cinq minutes de pas gymnastique et revenir à $\frac{17}{11}$, après une heure de promenade à allure lente. Monter rapidement trois étages (66 marches en vingt-cinq secondes), détermine une augmentation nette de la tension.

$$\frac{14}{10} \text{ à } \frac{18}{12}$$

$$\frac{16}{10} \text{ à } \frac{20}{11}$$

Chez un emphysémateux de soixante ans ayant $\frac{19}{12}$, l'ascension des mêmes trois étages à une allure la plus rapide possible, (forçant le sujet à s'arrêter en route pour reprendre haleine) fait monter la tension à $\frac{23,5}{15}$. Le même exercice, dans les mêmes conditions, effectué par un mitral hypotendu fait passer en tension de $\frac{13}{8}$ à $\frac{18}{12}$.

En même temps que les chiffres de la pression artérielle, on notait dans toutes les expériences précédentes les variations du pouls et du rythme respiratoire. Sur un grand nombre de nos tracés, les trois courbes sont à peu près parallèles ; en tout cas, on a, après l'exercice : élévation parallèle de la tension, de la respiration, du pouls, suivie d'une chute progressive.

Nous verrons plus loin que la chute de pression

varie dans sa forme ; le pouls reste souvent à un chiffre élevé, et Oliver avait noté que « la tension artérielle revient à la normale bien avant que l'élévation dans la fréquence du pouls soit diminuée ». La courbe qui présente le plus de régularité est celle de la respiration ; elle décrit un crochet net d'élévation à chaque exercice et revient à la normale deux à quatre minutes après la fin du mouvement.

Les mensurations faites à propos d'exercices physiques, surtout celles faites en plein air, sont sujettes à des variations dont la principale cause est le vent.

Marcou a montré dans sa thèse que l'élévation de tension de 38 o/o après le travail est réduite à 28 o/o sous l'influence de la ventilation.

Les recherches expérimentales en employant le travail ergométrique permettent de se mettre dans des conditions plus uniformes. Elles nous ont permis d'étudier d'une façon plus précise la durée de l'hypertension qui succède à un exercice évalué en kilogrammètres, de chercher, d'autre part, la relation qui peut exister entre la quantité de travail fournie, et la variation de pression artérielle qu'elle détermine.

TRAVAIL ERGOMÉTRIQUE

ET TENSION ARTÉRIELLE

Le sujet travaillait sur une bicyclette dont la résistance, mesurée au frein de Prony était de 2, 3, ou 4 kilogs suivant les expériences.

Soit P, le poids lu au dynamomètre,

L = 0,25, la longueur du bras de levier du frein.

N = le nombre de tours total de la partie du frein pendant le temps de l'expérience.

Etant donnée la bicyclette en usage, le nombre de tours au frein sera égal au nombre de tours de pédale multiplié par 2.

Le rendement de l'appareil étant de $\frac{8}{10}$, le travail sera donné par la formule :

$$T = \frac{P \times L \times 2\pi \times N \times 10}{8} \text{ kilogrammètres ;}$$

la puisssance P, $= \frac{P \times L \times 2\pi N \times 10}{t \times 60 \times 8}$ kilog-seconde.

Le travail peut donc être facilement calculé. Les tensions maxima et minima sont prises à l'oscillomètre Pachon, avant l'exercice, puis à intervalles réguliers, environ toutes les 90 secondes ; on note le temps mis par la pression artérielle à revenir au chiffre initial.

On inscrit, en même temps que la pression, le nombre de respirations et la fréquence du pouls à la minute.

Les sujets en expérience, au nombre de 12, étaient pour la plupart des étudiants en médecine, aucun d'eux n'avait d'entraînement cycliste.

L'exercice consistait en séance de pédalage de 30 ou 60 secondes ; en faisant varier la force du frein à 2, 3 ou 4 kilogr, on obtenait ainsi un travail variant de 200 à 1900 kilogrammètres et l'on pouvait comparer le travail fourni avec le temps mis par la pression artérielle à revenir à la normale.

Résultats obtenus.— L'exercice de la bicyclette ergométrique, agit sur la tension pour élever nettement la tension maxima et souvent aussi la tension minima (fig. 3). Cependant, pour obtenir cet effet, il faut avoir fourni pendant 30 ou 60 secondes un effort minimum de 600 kilogrammètres, ce qui correspond à 160 tours de la poulie du frein réglé à 2 kilogs., pendant 60 secondes. Au-dessus de ce chiffre, entre 600 et 1900 kilogrammètres, la tension maxima subit une élévation variant entre 5 et 6 *cm*, élévation qui n'est pas toujours proportionnelle au travail fourni.

Il y avait donc dans nos expériences, un point critique dans le travail effectué ; au-dessous de lui la tension artérielle n'était pour ainsi dire pas influencée ; au-dessus elle l'était nettement, c'est ce qu'indique la figure 4.

L'effet fourni dans le second cas agissait non seulement sur la pression artérielle mais aussi sur la

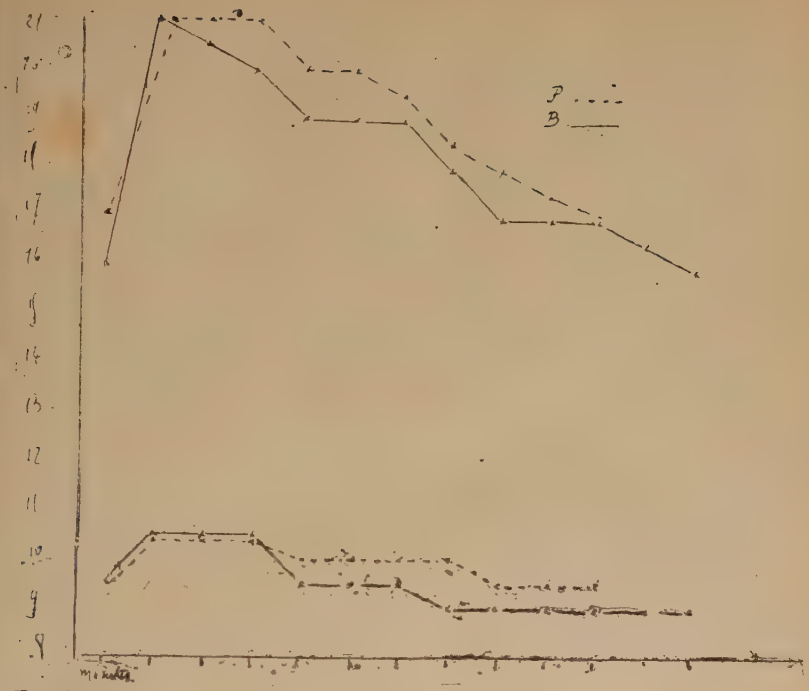

Fig. 3. — Influence de l'exercice sur la tension artérielle (Courbes de tension de 2 sujets normaux après travail de 1000 kilogr. en 60 secondes).

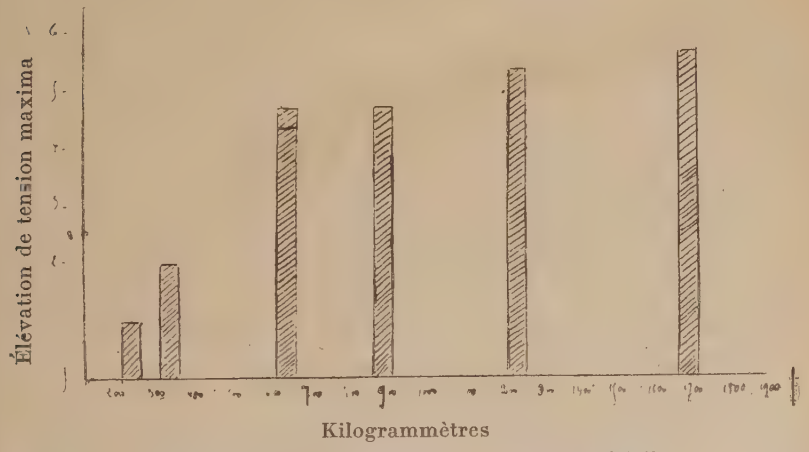

Fig. 4. — Effet du travail sur la tension artérielle (Élévation notable de la tension artérielle maxima à partir d'un travail de 600 kilogr. en 60 secondes.

respiration qui était accélérée et la fréquence du pouls qui était notablement augmentée.

L'influence du travail ainsi produit sur la tension artérielle est mise encore en évidence en comparant les temps mis par cette tension à revenir à son chiffre initial.

Ainsi, le travail de 200 à 300 kilogrammètres qui produit sur la tension un effet peu marqué, une élévation de un à deux centimètres, provoque aussi une hypertension de très courte durée ; en une ou deux minutes, le chiffre de la pression artérielle est revenu à son point initial. Si au contraire, on fournit dans le même temps un travail de 450 kilogrammètres, il faut 4 m. 30 à la tension pour revenir à la normale (fig. 5.)

Nous avons fait les mêmes constatations dans nos deux séries d'exercices, soit pendant trente secondes, soit pendant soixante secondes ; et nous avons pu dresser les courbes des figures 4 et 5 qui illustrent ces résultats (fig. 6).

Il est à remarquer aussi qu'un travail de 200 à 300 kilogrammètres, qui n'influence guère la tension, n'agit pas beaucoup non plus sur le pouls et le rythme respiratoire, tandis que le travail de 450 à 1.900 kilogrammètres détermine avec l'élévation du pouls et du rythme de la respiration l'essoufflement et la fatigue.

Exercice et hygiène vascalaire. — Donc, à chaque effort un peu important, correspond une hyperten-

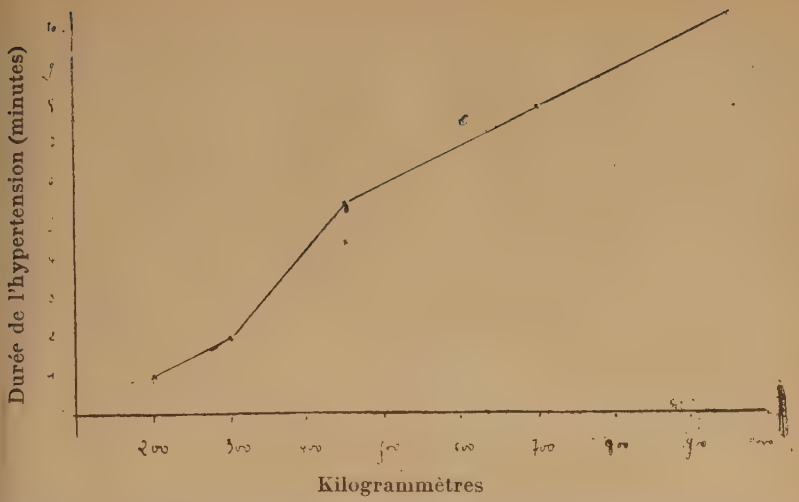

Fig. 5. — Effet du travail sur la durée de l'hypertension qu'il provoque (travail à la bicyclette ergométrique, durée 30 secondes).

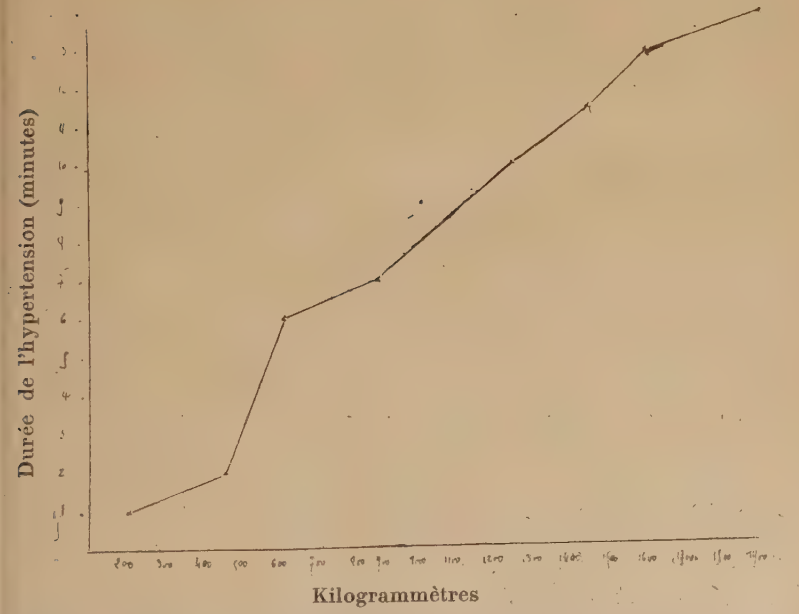

Fig. 6. — Effet du travail sur la durée de l'hypertension qu'il provoque (travail à la bicyclette ergométrique, durée 60 secondes).

sion soudaine et d'une durée notable. Nous assistons à ce que Pal a appelé une crise vasculaire, crises qu'il a étudiées dans l'angine de poitrine notamment.

Chez un adulte vigoureux, de grandes oscillations dans la pression artérielle sont relativement peu importantes; elles peuvent toutefois le devenir par la répétition, et l'on sait les dangers de l'effort répété sur le cœur et les vaisseaux. Bien plus dangereux cela sera chez des sujets à artères moins souples et à tension artérielle élevée; « on a vu l'hypertension soudaine et violente contribuer à produire la mort. Le fait est très rare, mais possible, la preuve c'est que chez les angineux, une brusque et forte hypertension artérielle est capable de déterminer le terme fatal » (Huchard).

Chez de tels individus on devra non seulement instituer le traitement hypotenseur, mais aussi un régime sévère, duquel sera banni tout effort musculaire notable et tout exercice de vitesse.

Combattre l'hypertension de bonne heure empêchera les maladies qu'elle accompagne (artério-sclérose, cardiopathies, angine de poitrine); tel est l'avis d'Huchard et celui de Lauder Brunton.

Au début, le traitement hygiénique de l'hypertension aura le pas sur le traitement médicamenteux. C'est alors qu'il faudra pratiquer les exercices qui facilitent la circulation périphérique sans fatiguer le cœur et supprimer totalement les exercices de vitesse et de force.

On emploiera le système suédois qui « active la circulation veineuse et la circulation pulmonaire à l'aide de mouvements actifs et passifs qui n'agissent pas sur le cœur pour en augmenter l'effort, mais seulement sur les vaisseaux pour en faciliter la déplétion » (Lagrange).

La marche libre, la marche ascensionnelle (Œrtel), la montée de l'escalier, la bicyclette, les différents sports seront soigneusement réglementés d'après le sujet.

Il faudra toujours se rappeler dans le dosage de l'exercice que c'est surtout le départ rapide, la mise en tension brusque qui agissent sur la pression artérielle l'élevant notablement.

Date	Heures	Noms	Température avec psych.	Durée de l'exercice	Kgr. avec frein	Tours	Kgr.	RESPIRATION Avant	RESPIRATION Après	POULS Avant	POULS Après	TENSION Avant	TENSION Après	Écart	Durée de l'hyp.	OBSERVATIONS
				sec.											min.	
20 mai.	3	G.	17-15,8	60	2	80	608	20	28	80	92	16,5-9	22-10	5,5-1	6	
	—	—	—	60	2	110	860	20	28	80	92	16,5-9,5	24-10	7,5-0,5	7	Fatigue légère.
	—	—	—	60	3	100	1180	20	30	80	100	16,5-9,5	22-10	5,5	20	
	—	—	—	60	3	120	1580	20	32	80	100	16,5-9,5	23-10	6,5	11	Essouffl. marqué.
	3,50	—	—	60	2	30	234	20	20	80	84	16-9,5	17-10	1-0,5	1	Effort nul.
	4	—	—	60	2	60	470	20	20	80	84	16-9,5	18-9	1,0	2	
	—	—	—	30	2	30	234	20	20	80	80	16-9	17,5-9	1,5-0	2,30	
	—	—	—	30	2	40	314	20	24	80	88	16-9	19-9,5	3-0,5	3	
	4,30	B.	—	30	2	30	234	20	20	80	80	16-10	16-10	0	0	Effort nul.
	—	—	—	30	2	40	314	20	24	80	80	16-10	17-9,5	1-0,5	2	
15 mai.	2,30	B.	18-66	30	2	60	870	20	28	80	100	15,5-9	20-10	4,5-1	5,30	
	—	—	—	30	3	60	716	20	24	80	92	15,5-9	20-9	4,5-0	8	
	—	—	—	30	4	60	942	20	32	80	100	15,5-9	20-95	4,5-0,5	10	Essouffl. marqué.
6 mai.	2	T.	15-15,2	60	4	120	1884	20	32	80	160	19-9,5	26-10	7-0,5	13	Effort intense.

28 avril.	3	G.	15-13,6	30	4	30	471	20	24	84	88	21-11	25-11	4-0	5	
—	—	—	—	30	4	46	942	20	28	84	92	21-11	26-12	5-0	8	Essoufflement.
—	—	—	—	60	4	90	1413	24	36	84	132	21-11	24-11	3-0	9	Effort marqué.
17 avril.	2,30	L.	17,6-15,2	30	4	55	862	20	36	80	120	16-9,5	23-10,5	7-1,5	8	
—	—	—	—	60	4	60	945	20	32	80	100	16-9	22-10	6-1	9	
13 avril.	3	A.	15,2-12,4	30	4	60	862	16	44	90	128	15-9,5	21-9,5	6-0	8	Essouffl. marqué.
—	—	—	—	60	4	60	942	16	28	90	120	15-9,5	21-9,5	6-0	10	
12 avril.	2,30	B.	14,4-13,2	30	4	60	942	16	28	80	84	16-9	20-10	4-1	8	
	—	—	—	60	4	120	1884	20	30	80	100	16-9	22-10	6-1	14	Effort intense. Sudation légère.
—	—	—	—	60	2	120	942	20	24	80	104	16-9	19,5-10	3,5-1	10	
—	—	—	—	30	2	60	470	20	22	80	96	15,5-9,5	17,5-9,5	2-0	3	Pas d'effort.
9 avril.	2,30	B.	13-12,6	60	2	100	784	16	24	92	92	16-9,5	19-10	3-0,5	7	
—	—	—	—	30	2	60	472	20	24	92	92	16-9,5	20,5-10	3,5-0,5	6	
—	—	—	—	30	4	60	942	20	28	80	96	16-9,5	21-9,5	5-0	8	
—	—	L.	—	30	3	60	856	20	30	80	84	21-11	26-10,5	5	9	Essouffl. marqué.
—	—	—	—	30	4	60	942	20	30	80	108	21-10	26-10	5	11	
—	—	—	—	30	4	60	942	20	30	80	96	21-9	25-9,5	4-0,5	10	

Date	Heures	Noms	Température	Exercice	Temps	Respiration	Pouls	Tension		Ecart	Durée	Observations
4 mars	4 h.	B.	10°	Ascension.	2 s.	20-28	72-80	22-14	24-15	3-1	3 m.	39 ans. Normal.
—	4 h.	B.	10°	Ascens. de 3 étages (66 marches)	20 s.	20-24	76-88	15-9	17-10	2-1		Sujet normal 2 jours
—	—	M.	—	—	—	20-24	56-60	16-10	20-14	4-1		—
—	—	A.	—	—	2m.	24-28	72-76	19-12	23-5-14	4-5-2		Emphysémateux
—	—	X.	—	—	90 s.	28-32	72-76	13-8	18-12	5-4		Insuffisance mitrale ancienne.
15 mars	3 h.	M.	12°	—	15 s.	24-28	64-68	18-12	24-12	6-0	4 m.	Sujet normal 53 ans.
—	—	V.	—	Ascens. de 2 étages (40 marches)	60 s.	28-32	76-80	26-14	29-16	3-2	3 m.	Néphrite chronique. 51 ans.
25 mars	2 h.	B.		Ascension rapide	8	24-32	104-120	18-11	19-11	1-0		
—	—	M.		d'une cote	8	24-28	108-112	17-11	18-12	1-1		
—	—	A.		escarpée	30	28-32	100-112	20-12	26-18	6-6		Emphysémateux.
26 mars	2 h.	B.	15°	Course de 100 mètres	15 s.	24-28	80-96	16-9	19-12	3-3	10 m.	
—	—	—	—	—	16 s.	20-32	84-96	16-10	18-12	2-2	11 m.	
—	—	—	—	—	15 s.	24-32	88-92	16-9	19-9	3-0	10 m.	
—	3 h.	—	—	—	14 s.	24-36	88-104	17-9	19-11	2-2	12 m	
—	3 h. 30	M.	—	—	20 s.	20-32	80-112	16-9	19-10	3-1	10 m.	
—	—	B.	—	—	18 s.	20-40	76-112	17-9	19-10	2-1	9 m.	
28 mars	2 h.	B.	14°	Lever de poids : 6 kil.	120 s.	16-18	80-80	15-9	19-10	4-1		
—	—	—	—	Mouvements suédois	120 s.	20-24	80-80	17-9	17-9	0-0		
—	—	J.	—	—	120 s.	36-40	68-72	25-15	25-15	0-0		72 ans.
8 avril	2 h.	B.	10°	Foot-ball	5m.	24-36	80-104	18-12	22-14	4-2		
—	—	F.	—	—	1 h. 20	20-28	80-92	17-9	16-8	1-1		

CONCLUSIONS

1° Au début de tout exercice musculaire, il y a une élévation notable de la tension artérielle maxima ; cette élévation varie de 15 à 20 o/o du chiffre de la tension maxima. Elle coïncide avec une élévation parallèle du chiffre des pulsations et des respirations.

2° Dans l'exercice de courte durée, la pression minima a des oscillations peu importantes ; elles décrivent souvent une courbe parallèle à celle des oscillations de la tension maxima.

3° Le chiffre de la tension artérielle maxima revient à la normale plus lentement que celui de la respiration et du pouls.

4° Le travail à la bicyclette ergométrique détermine une élévation notable de la tension à condition qu'il atteigne un chiffre assez élevé (600 kilogrammètres en 60 secondes dans nos expériences).

Le retour de la tension à son chiffre initial s'effectue d'autant plus lentement que le travail a été plus important. A travail égal, la durée de l'hypertension est d'autant plus grande que l'exercice est plus rapidement exécuté.

5° L'augmentation brusque du chiffre de la tension artérielle et le surmenage artériel qui l'accompagnent peuvent être évités en supprimant dans tout exercice le départ trop brusque, la mise en train trop rapide.

Vu : le Président de la thèse,
RICHET

Vu : le Doyen,
LANDOUZY

Vu et permis d'imprimer :
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
LIARD

BIBLIOGRAPHIE

Allbutt — Blood pressure in man (Nature. Lond, 1904, p 375).

— The rite of blood pressure (Lancet. Lond, 1903).

Amar. — Le Rendement de la machine humaine. Thèse de doctorat. Paris, 1910.

Amblard. — De l'hypertension (Paris médical, 1911).

— Tension artérielle chez arythmique (Soc. Rio, 1910, p. 278).

— Sphygmométroscope (Soc. Rio, 1908, XIV, 681.

Ambard et Beaujard. — Causes de l'hypertension artérielle (Arch. gén. méd. Paris, 1904, p. 520).

Athanassiu. — Modifications circulatoires dans les muscles en activité (Soc. Rio, 1898, 268-270).

— Travail musculaire et rythme du cœur (Arch. phys. et pathol., 1898, 347-362).

Athanassiu et Carvalo. — Travail musculaire et rythme du cœur (Arch. phys. nat. et pathol., 1898, 552).

Babcok. — The Shott method of treating chronic. disease of the heart (J. Am. M. M. Chirurgie, 1893, p. 717).

Barié. — Traité pratique des maladies du cœur et de l'aorte. Paris 1912.

Brunton (Sir Lauder). — Collected papers on circulation and Respiration. London, 1906.

— Therapeutics of the circulation, 1908.

Brunton. — An address on blood pressure (Lancet, 1126-1133, 1908).

Bishop (Louis). — Blood pressure. New-York, 1904.

Camus. — Pression atmosphérique et tension artérielle (Soc. Biol. 1903, 790-792).

Cowan (J.-M). — A review of recent work upon blood, pressure (Practitioner. Lond, 1906, 218-238).

Colombo. — Influence de l'ingestion du lait sur la tension artérielle (Soc. Biol., 1905, p. 34).

Collier (W.). — Athletic exercices as a cause of disease of the heart and aorta (Tr. méd. Soc. Lond., 1892., t. XVI, p. 64-73).

Chabry. — Note sur la formule qui exprime le travail du cœur (Soc. Biol., 1890, p. 497-499).

Cook. — Observation on the effects of muscular exercise upon men (The journal of Physiology, 1913, p. 430).

Dausset (H.) et Durand (Paul). — Bains de lumière et tension artérielle (Soc. de Méd. de Paris, 28 oct. 1911).

Dresler (W.). — Blutdruckuntersuchungen mit den Gartner' schen Tonometer, 1904, W. F. Kaestner.

Fiessinger. — Hygiène cardiaque, 1908. Paris, Delagrave.

Gallavardin. — Baisse systolique de la tension artérielle (Arch. du cœur, 1912, t. V, p. 81-87).

— La Tension artérielle en clinique. Paris, 1910. Maloine.

Heitz. — Jour. méd. français, 1912, t. V, p. 64-72.

Huchard. — Les Conséquences de l'hypertension artérielle (Rév. gén. clin. et thérap., 1906, p. 148).

— Traitement de l'hypertension (Rép. gén. clin. et thér., 1903, p. 532).

— Cœur et bicyclette (Rép. gén. clin. et thér., 1897, p. 521).

— Traité des Maladies du cœur, Paris, 1905, 3e édit.

Isaac. — Soc. de Méd. militaire de Paris, 1910, p. 254.

Jaquet et Verdin. — Sur les variations physiologiques du pouls (Soc. Biol., 1890, p. 164).

Josué. — Régime habituel des artério-scléreux (Par. méd., 1911, p. 90).

Klug (F.). Der einfluss des Blutdrucks und der Wärme auf der Herz. (Pert. méd. chir. Budapest, 1904, p. 141).

Kœssler. — L'Oscillométrie appliquée à l'étude de la tension

artérielle chez les enfants. Thèse de Paris, 1912.

Lautier. — Tension artérielle et Pachon (Journ. méd. Bordeaux, 1910, p. 303).

Lagrange. — Traitement des affections du cœur par l'exercice et le mouvement. Paris, 1903.

— La Médication par l'exercice. Paris, 1894.

Langlois. — Influence de la ventilation sur l'organisme (Soc. Biol., juin, 1910).

— Sur les conditions physiologiques des mineurs (Rapport au Comité central des mines, 1910-1913).

Leroy. — Étude sur la sphygmomanométrie. Thèse de Paris, 1903.

Lévi-Sirugue. — La Bicyclette au point de vue médical (Gaz. des Hôp., 1898, p. 431).

Lucas-Championnière. — Effets de la bicyclette (Journ. méd. et chir. pratique, 1898, p. 161).

Marey. — La Circulation du sang. Paris, 1863.

— Travaux de laboratoire, 1875-1876, 1876-1877, 1878-1879.

Marcou. — Conditions physiologiques du travail des mineurs. Thèse de Paris, 1910.

Martinet. — Pression artérielle et viscosité sanguine. Paris, 1912.

— Pression artérielle (Presse médicale, 1911, p. 495).

Moutier (A.). — Le Traitement de l'hypertension artérielle par les moyens physiques (Journ. de physiothérapie, 1905, p. 332).

Morichau-Beauchant. — La Mesure de la pression artérielle (Arch. méd. chir. de province, 1912).

Oliver. — Clinical aspects of arterial pressure (Edimburg. M. J., 1898, p. 126-233-522).

— Blood and blood pressure. Lond., 1901.

— Studies in blood pressure. Lond., 1906, p. 153.

Pachon (V.). — Paris, méd., 1911, p. 122.

— Tension artérielle et café (Acad. des Sciences, 1910, p. 1703).

— Éducation physique et tension artérielle (Soc. Biol., 1910, p. 869).

— Éducation physique et tension artérielle (Soc. Biol., 1910, p. 927).

— Sur la méthode des oscillations (Soc. Biol., 8 mai 1909).

— Sur l'erreur du principe de la méthode Riva-Rocci (Soc. Biol., 1909, p. 955).

Pal. — Les Crises vasculaires (Vienne, 1904. Trad. Bablon. Paris, 1908).

Petit. — Variations de la pression (Soc. Biol., 1905, p. 707).

Piatot. — Trait. des maladies du cœur par l'hygiène et les agents physiques. Thèse de Paris, 1898.

Potain. — Pression artérielle. Paris, 1902.

Recklinghausen (Von H.). — Unblutige Druckmessung des Blutdrucks (Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakol., 1906. Bd. LV).

Routhier et Marcou. — Influence de la ventilation sur la pression artérielle (Soc. Biol., juin 1910).

Routhier et Boussaguet. — Influence de la ventilation (Soc. Biol., 1910).

Richet. — Dictionnaire de Physiologie.

Rilliet (F.). — De la mesure clinique de la pression sanguine. Thèse de Genève, 1904.

Sahli. — Ueber das absolute Sphygmogramm. (Deutsches Arch. Klin. Med., 1904, p. 493).

Tissié (P.). — Gymnastique, poumons et cœur (Rev. gén. clin. et thérap., 1904, p. 534).

— Gymnastique rationnelle. Paris, 1909, p. 132.

Tigerstedt (R.). — Der arterielle Blutdruck (Ergebn. d. Physiol., 1907, p. 265).

Vaquez. — Hypertension (Soc. méd. des Hôp., 1904, p. 120).

Weiss (G.). — Physiologie générale du travail musculaire. Paris, 1909).

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. — Qu'est-ce que la tension artérielle	9
II. — Mesure de la tension artérielle	13
III. — Variations physiologiques de la tension artérielle	19
IV. — Pression artérielle et exercice musculaire	23
V. — Influence de l'effort et des mouvements rapides sur la tension artérielle	27
VI. — Travail ergométrique et tension artérielle	31
VII. — Conclusions	41
VIII. — Bibliographie	43

Imp. de la Faculté de Méd. Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris — 2154-13